

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-294128

(43) 公開日 平成9年(1997)11月11日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 L 12/28		9466-5K	H 0 4 L 11/20	G
H 0 4 Q 3/00			H 0 4 Q 3/00	

審査請求 未請求 請求項の数24 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平8-311769

(22) 出願日 平成8年(1996)11月22日

(31) 優先権主張番号 5 6 5 7 3 7

(32) 優先日 1995年11月30日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 596077259

ルーセント テクノロジーズ インコーポ
レイテッド

Lucent Technologies
Inc.

アメリカ合衆国 07974 ニュージャージ
ー、マレーヒル、マウンテン アベニュー
600-700

(72) 発明者 レイナー ガウリック

アメリカ合衆国, 20015 コロンビア, ワ
シントン, ノースウェスト, ユタ アヴェ
ニュー 5638

(74) 代理人 弁理士 三俣 弘文

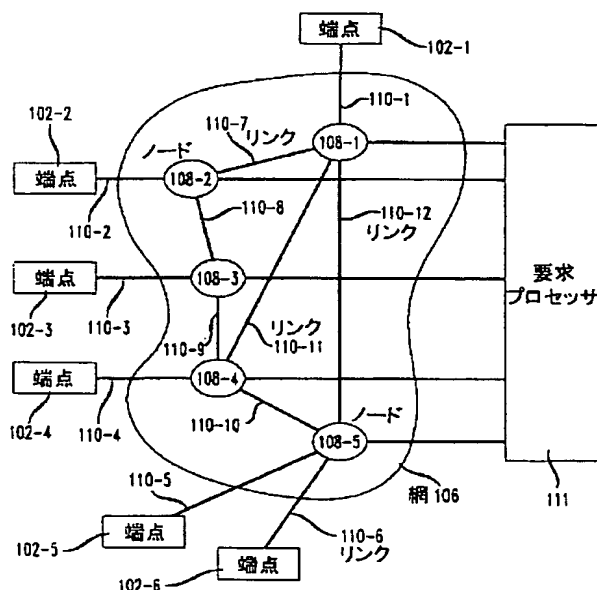
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 網動作方法、要求経路方法並びにルーティング及び承認制御する方法

(57) 【要約】

【課題】 継続時間の知識を持たない交換V C 網において、網資源の利用を増大させるルーティング及び承認制御をする。

【解決手段】 本発明の網において交換仮想回線の要求を承認及びルーティングする方法は、要求されたV C が2つのステップのプロセスを用いて経路し、経路パス群をまず探す。前のV C 接続のサブセットのホップ数に関連するパラメータに基づいてコスト関数を用いて、あるしきい値以下のコストで経路できるV C 上の可能性のある経路パスを決める。次に、どの潜在のルーティングパスが要求を収容するのに十分な資源を有するリンク及びノードからなるかを決定するために調べる。これら両方のステップを満足するパスが経路パス群として出力され、第2基準を用いて要求を経路させるパスを群から選ぶ。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 リンク群（110）によって接続されたノード群（108）からなる網（106）を動作させる方法において、

この網は、網状態により特徴づけられ、この網を通して仮想回線群が経路されていて、

a) 前記網（106）を通して、発信ノード及びあて先ノードの間のパス上に仮想回線を経路させる要求を受信するステップ（210）と、

b) 前記要求による、前記網内の前記リンク群のサブセットの各リンクに対するロードを決定するステップ（310）と、

c) 前記発信ノード及び前記あて先ノードの間の潜在パス上に前記要求を経路させるコストを決定するステップ（320）とからなり、

この潜在パスは、前記リンク群の前記サブセットのリンクからなり、前記コストは、1) 前期網状態と、及び2) 前記網を通して経路される前期仮想回線群のサブセットに対するホップ数に関連するパラメータとの関数であることを特徴とする網動作方法。

【請求項2】 前記ノード群の各ノード及び前記リンク群の各リンクは、対応する資源を有し、

d) 潜在経路パス群の潜在パスとして、しきい値よりも少ないコストを有する潜在パスを選択するステップ（330）と、

e) 経路パス群の経路パスとして、前記要求を経路させるために十分な対応する資源を有するノード及びリンクからなる潜在経路パスを選択するステップ（340）とを更に有することを特徴とする請求項1記載の網動作方法。

【請求項3】 f) 基準に従って、前記経路パス群からパスを選択するステップ（240）を更に有することを特徴とする請求項2記載の網動作方法。

【請求項4】 前記基準は、最小ホップルーティング基準であることを特徴とする請求項3記載の網動作方法。

【請求項5】 前記網は、集中化した網（図1）であることを特徴とする請求項3記載の網動作方法。

【請求項6】 前記要求は、要求プロセッサ（111）において受信されることを特徴とする請求項3記載の網動作方法。

【請求項7】 g) 前記選択されたパス上に前記要求を経路させるステップ（250）と、

h) 前記経路された選択パスに基づいて前記網状態を更新するステップ（260）とを更に有することを特徴とする請求項3記載の網動作方法。

【請求項8】 前記要求は、前記発信ノードにおいて受信され、前記網状態は、前記発信ノードにおいて局所網状態であり、前記網は、非集中化網であることを特徴とする請求項3記載の網動作方法。

【請求項9】 i) 前記選択パスのノード及びリンクに

において利用可能な資源が前記要求を経路させるために十分にあるかを定めるステップ（515）であって、この決定は、前記選択パス上のノードにおける局所状態情報に基づいて決められることを特徴とする請求項8記載の網動作方法。

【請求項10】 j) 前記選択パス上のノードにおける局所情報に基づいて、前記発信ノードにおける局所状態情報を更新するステップ（540）を更に有することを特徴とする請求項9記載の網動作方法。

10 【請求項11】 k) 前記選択パス上の他のノードにおける局所情報に基づいて、前記選択パス上のノードにおける局所状態情報を更新するステップ（545）を更に有することを特徴とする請求項9記載の網動作方法。

【請求項12】 l) 十分な資源が利用可能であれば、前記選択パスに前記要求を経路させるステップ（550）と、

m) 十分な資源が利用可能でなければ、別の経路パス群を決めるステップ（515）とを更に有することを特徴とする請求項9記載の網動作方法。

20 【請求項13】 n) 十分な資源が利用可能であれば、前記選択パスに前記要求を経路させるステップ（550）と、

o) 十分な資源が利用可能でなければ、前記経路パス群から異なる経路パスを決めるステップ（527）とを更に有することを特徴とする請求項9記載の網動作方法。

【請求項14】 仮想回線の前記要求は、交換仮想回線に対する要求であり、前記要求は、前記要求された仮想回線の保留時間を特定することを特徴とする請求項1記載の網動作方法。

30 【請求項15】 前記コスト関数は、前記要求仮想回線の前記保留時間の関数であることを特徴とする請求項14記載の網動作方法。

【請求項16】 経路パス群から選択されるパス上に、仮想回線の要求を網（406）を通して経路させる方法であって、

この選択パスは、ノード（408）及びリンク（410）からなり、この方法が、

a) 前記選択パスのノード及びリンクにおいて利用可能な資源を決めるステップ（515）とこの決定は前記選択パス上のノードにおける局所状態情報に基づいて決められ、

b) 前記要求を経路させる利用可能な十分な資源があれば、前記選択パス上に前記要求を経路させるステップ（550）と、

c) 前記要求を経路させる利用可能な十分な資源がなければ、別の経路パス群を決めるステップ（515）とを有することを特徴とする要求経路方法。

【請求項17】 前記選択パスは、発信ノードからなり、

40 d) 前記選択パス上の前記発信ノードにおける局所状態

情報を更新するステップ(540)とを更に有することを特徴とする請求項16記載の要求経路方法。

【請求項18】 前記網は、非集中化網(図4)であることを特徴とする請求項17記載の要求経路方法。

【請求項19】 経路パス群から選択されるパス上に、仮想回線の要求を網(406)を通して経路させる方法であって、この選択パスは、ノード(408)及びリンク(410)からなり、この方法が、

a) 前記選択パスのノード及びリンクにおいて利用可能な資源を決めるステップ(515)と、この決定は前記選択パス上のノードにおける局所状態情報に基づいて決められ、

b) 前記要求を経路させる利用可能な十分な資源があれば、前記選択パス上に前記要求を経路させるステップ(550)と、

e) 前記要求を経路させる利用可能な十分な資源がなければ、前記経路パス群から異なった経路パスを選択するステップ(527)とを有することを特徴とする要求経路方法。

【請求項20】 前記選択パスは、発信ノードからなり、

d) 前記選択パス上の前記発信ノードにおける局所状態情報を更新するステップ(540)とからさらになることを特徴とする請求項19記載の要求経路方法。

【請求項21】 前記網は、非集中化網(図4)であることを特徴とする請求項20記載の要求経路方法。

【請求項22】 リンク群(110)によって接続されたノード群(108)からなる網(106)においてルーティング及び承認制御する方法であって、

この網は、網状態により特徴づけられ、この網を通して仮想回線群が経路されていて、前記ノード群の各ノード及び前記リンク群の各リンクは、対応する資源を有し、この方法が、

a) 前記網(106)を通して、発信ノード及びあて先ノードの間のパス上の仮想回線を経路させる要求を受信するステップ(210)と、

b) 前記要求による、前記網内の前記リンク群のサブセットの各リンクに対するロードを決定するステップ(310)と、

c) 前記発信ノード及び前記あて先ノードの間の潜在パス上に前記要求を経路させるコストを決定するステップ(320)とこの潜在パスは、前記リンク群の前記サブセットのリンクからなり、前記コストは、1) 前期網状態と、2) 前記網を通して経路される仮想回線群のサブセットに対するホップ数に関連するパラメータと、及び3) 各潜在パスのリンクの数との非線形関数であり、

d) 潜在経路パス群の潜在パスとして、しきい値よりも少ないコストを有する潜在パスを選択するステップ(330)と、

e) 経路パス群の経路パスとして、前記要求を経路させ

るために十分な対応する資源を有するノード及びリンクからなる潜在経路パスを選択するステップ(340)と、

f) 基準に従って、前記経路パス群からパスを選択するステップ(240)と、

g) 前記選択されたパス上に前記要求を経路させるステップ(250)とを有することを特徴とするルーティング及び承認制御する方法

【請求項23】 前記基準は、最小ホップルーティング基準であることを特徴とする請求項22記載の方法。

【請求項24】 h) 前記経路された選択パスに基づいて前記網状態を更新するステップ(260)とを更に有することを特徴とする請求項22記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、仮想回線の承認制御及びルーティングの方法に関する。

【0002】

【従来の技術】網は、接続されている端点(ホストマシン、ファクスマシン、端末等)の間で情報(データ、音響、テキスト、映像等)を交換、即ち転送する手段の1つである。網は、お互い及び各端点とリンクによって接続しているノードからなる。各リンクは通常、双方向性(即ち、順方向及び逆方向で情報が運ばれる)であり、各方向に対して帯域幅や容量のようなパラメータによって特徴づけられる。ノードはバッファを有すると効果的であり、リンクがノードにおいて受信した情報を扱う容量がなければ、リンクが十分な容量を得たときまで受信した情報をバッファが記憶するのに使われる。

【0003】網は、広範囲にわたる端点の間のデジタルフォーマット情報の、高信頼性で、高速な伝送に使われるようにますますなってきた。このことは、網サービス及びアーキテクチャ/インフラストラクチャー設計に対して大きな変化をもたらした。特に、ビデオ・オン・デマンドやビデオ遠隔会議のような新顧客サービスが広帯域サービス総合デジタル網(BISDN)において提供されることが期待されている。BISDNにおける基本的な技術は、非同期転送モード(ATM)と呼ばれ、エス・イー・ミンツァー(S.E. Minzer)著の論文、「BISDN及び非同期転送モード(Broadband ISDN and Asynchronous Transfer Mode)」(IEEEComm. Mag. 1989年9月刊、17~24ページ)を参照するとよい。

【0004】情報が2つの端点間(開始端点及びあて先端点)で交換されるとき、開始端点は網における2つの端点間で双方向パス(ノード及びリンクからなるコネクション)が確立されることを要求する。ATM網においては、確立されたパスは、「仮想回線(VC:virtual circuit)」と呼ばれ、これは、交換を開始する端点は単にあて先端点を指定して、網はあたかも直接回線に接続

されてあるように開始端点からあて先端点まで情報を運ぶことをいう。VCのパスにおける「ホップ数」は、パスのリンクの数と等しいか、又はパスのノードの数よりも1だけ小さい。

【0005】網の運営において考えなければならない重要なこととして、その網に新しいVCを承認する（アドミッションする）かということと、どのようにその承認されたVCをその網内を経路（ルーティング）させるかということがある。承認するかどうか及びこれらの端点からVCの要求をいかに経路させるかを決めるに際して、網の承認及びルーティングスキームを考える際には、資源（VCを構成するリンクの帯域幅等）をいかに確保するかを考えなければならない。この資源の確保は、網が提供するサービス品質（QOS）保証（情報受信の際の最大情報損失率や最大遅延等）に關係する要求事項）を満足させるために必要である。このため、資源が利用可能な資源を超えてリンクやノードにおいて確保されないことを保証するために承認制御が必要となる。

【0006】ルーティング及び承認制御方法の目的は一般的には、いかなるQOS保証や要求事項を満たしながら、資源の制約には反さず、網資源の利用を最大化することである。多くの因子により、ルーティング及び承認制御判断は複雑になる。即ち、第1に、判断は「オンライン」で行われねばならない。即ち、将来のルーティング需要が網資源にどのように作用するか知識を持たずに行われなければならない。この問題はいわゆる「動的再経路（ダイナミック・リルーティング）」技術によって対処されるが、これらの技術は通常、網のユーザに提供されるサービスの質に悪影響を与えてしまう。第2に、網の現在の状態（ネットポロジー及び網資源の現在の割り当て）が利用可能でないことである。例えば、最近に割り当てた資源の情報が網状態にまだ反映されないときである。このような場合、ルーティング及び承認判断は、静的、即ち不正確な状態情報に基づいて行われてしまう。第3に、承認及びルーティング判断は、しばしば実時間で行わなければならない。即ち、VCセットアッププロトコルによって決められた時間間隔の間に行わなければならない。このVCセットアッププロトコルは、VCを確立、即ちセットアップする試みに配分された時間を指定し、VCをセットアップする幾つの試みまでを許すかを指定する。

【0007】承認制御及びルーティング方法は通常、要求VCを、選択されたパスが必要とする網資源の量に影響するある種のコスト関数を最小化するように、承認し、選択パス上に経路させる。たくさんの種類のコスト関数を用いることができるが、通常コスト関数は現在の網状態、網を通しての遅延に關係するパラメータの関数である。

【0008】要求された仮想回線の承認及びルーティング問題を解決しようとする方法は通常、ルーティングが

不完全又は完全のいずれの情報によってされたか、及びVCが永久回線又は交換回線のいずれであるかのような因子に基づく方法に向けられた。特に、このような因子は通常、コスト関数のパラメータを指定するのに有用である。不完全な情報によってルーティングするとは、単に、その網の状態の知識を持たないこと、又はもしその知識を持っていたとしても状態情報が遅れた情報であること、例えば、利用可能な状態情報が最も近時に経路したVCに割り当てられた網資源に関する情報を取り入れない場合等を意味する。逆に、完全な情報によってのルーティングとは、状態情報が完全な知識を持っていて状態情報が最新であることを意味する。

【0009】大規模網（例えば、全国土ほどの地理面積で100ほどのノードからなる網）においては、ノードからノードへのリレー情報の伝搬遅延が原因で、発信端点に接続された全てのノードで利用可能な正確、即ち完全な状態情報を有することは期待できない。従って、このような網は、全てのルーティング判断を集中化したサイト（全てのノードにアクセス可能なサイト）の完全な情報に基づいて行いか、さもなければ、静的、即ち不完全な状態情報に基づいて局所的（ローカル）に（即ち、分散された方法で）ルーティング判断を行わなければならない。永久VCは、例えば何年のオーダーの長期間にわたって運営され確立され続けるように設計された端点間の情報転送のためのパスである。交換VCは、何時間や何日にわたって稼働するように設計されている。

【0010】永久VC及び交換VC（知られた継続時間の間に確立される交換VCにおいて）に対して提示された承認スキームの1つとして、網内の全てのパスのルーティング情報のコストを評価するためにリンクロード（負荷）の指数関数を用いるものがある。ビー・アワーブッチ(B. Awerbuch)ら著の刊行物、「競争力のあるスループットのオンラインルーティング(Throughput-Competitive On-Line Routing)」(1993年11月、米国カルフォルニア州パロアルト、34th Annual Symp. on Foundations of Comp. Sci.)を参照するとよい。アワーブッチらの指数的コストに基づいたアルゴリズム、supraは、ここでは、「AAP法」と呼ぶ。

【0011】このAAP法は、網の各リンクに対する承認しきい値及び指数コスト基準の関数として決められるしきいコストに基づいている。AAP法は、要求VCに対して、これがパス群の特定のパスのいずれにおけるリンクへのルーティングのコストをもが、しきいコストを下回るようなパス群を決める。網を通過するルーティングのコストが、しきいコストよりも高いような要求は拒否される。

【0012】AAP法はしかしながら幾つかの欠点がある。第1に、AAP法は要求VCを経路させるためにパス群におけるどの特定のパスを用いるべきであるかを指定しない。（即ち、AAP法は、承認制御のみを行い、

10

20

30

40

50

要求VCに対する特定のパスを選択したり、これを経路したりはしない。)さらに、アワーブッチらは、確立される継続時間の知識を持たない交換VCの場合において、どのようにAAP法を用いるかを示していない。AAP法のある視点から、特に、AAP法の指数コスト関数に関して、以下において説明する。

【0013】第1表には、AAP指数コストに基づく方法の一部を実装する疑似コードを示してある。第1表の疑似コードの各行を以下に説明する。nを網におけるノードの数を示すものとする。網において各リンクeに割り当てられた容量u(e)は、そのリンクで利用可能な帯域幅を表す。あて先端点へのVCに対する発信端点からのj番目の要求、即ち、(s_j, t_j, T^s_j, T^f_j, r_j)で表される要求を受信する際(疑似コードの1行目)、AAP法は、時間T^s_jから開始し、時間T^f_jで終了する、発信ノードs_j(発信端点に直接に接続されている)からあて先ノードt_j(あて先端点に直接に接続されている)への容量r_jの経路、即ちパスを割り当てようと試みる。簡明さのため、ルーティングが時間T^s_jで行われるものと仮定する。AAP法の目的は、網のスループット(ある時間間隔において網を通して運ばれる情報の量)を最大化することにある。T_j = T^f_j - T^s_jは、回線の保留時間、即ち継続時間を表し、Tは、最大可能なT_jを表し、rは、最大要求帯域幅(率)r_jを表すものとする。AAP法のしきいコストが、n、r及びTの積であるとする。

【0014】

【表1】

```
(1) ROUTE (sj, tj, Tsj, Tfj, rj):
(2) ∀τ, e ∈ E: ce(τ, j) ← u(e)(μλe(τ, j)} - 1); *
(3) if ∃ (sj から rj までの G(V, E) のパス P)
(4) ∑e ∑τ  $\frac{r_j}{u(e)}$  ce(τ, j) ≤ nrT
(5) then P上に要求回線を経路させ、以下をセットする
(6) ∀e ∈ P, Tj ≤ τ ≤ Tfj,
(7) λe(τ, j+1) ← λe(τ, j) +  $\frac{r_j}{u(e)}$ 
(8) else 接続を拒否する
```

第1表

【0015】AAP法においては、ルーティング判断は網のリンク(又はエッジ)上の資源に対する現在のロード(要求)及び将来の要求に関する情報に基づいている。即ち、ルーティング判断は、j番目のVCのホールド時間の間に経路しているかもしれないVCの要求に対する需要を考慮に入れる。ロードは、エッジ容量u(e)に関連して計られる。P_iがi番目の要求を満たすのに用いられる経路を表すこととする。j番目の回線

を経路させるルーティング法から見た時間τにおけるエッジeのロードは、以下のように定義される。

【数1】

$$(1) \lambda_e(\tau, j) = \sum_{\substack{e \in P_i, i \leq j \\ \tau \in [T_i^s, T_i^f]}} \frac{r_i}{u(e)}$$

【0016】数式(1)は、リンクeに経路された他の要求による時間τにおけるリンクeの混雑度、即ちロードを示す。ロードを計算した後、次には第1表の第2行のように指数コストを計算する。AAP法においては、時間τ、c_e(τ, j)におけるエッジeのコストは、j番目の回線を経路するときには、

【数2】

$$(2) c_e(\tau, j) = u(e)(\mu^{\lambda_e(\tau, j)} - 1)$$

により定義される。ここで、λ_eは、j番目のVCを経路しようと試みる間の時間τにおけるリンクeのロード(用いられるリンク容量の率)であり、u(e)は、リンクeの容量で、μは、パラメータである。パラメータμは、網のノード数nと、r_jの最大の可能性がある値rと、T_jの最大の可能性がある値Tに関係する。パス群におけるいかなるパス上の要求VCを経路させるコストがしきい値よりも小さいようなパス群が存在すれば、その要求は受容(アクセプト)される(3~5行)。第1表の6~7行において、経路された要求に必要なとされる資源は、更新された網状態に反映される。もしパス群が空の群であれば、その要求は拒否(リジェクト)される。

【0017】アワーブッチらは、μが、2nTr/(r_{min} + 1)であるように選択することを提示している(ここで、r_{min}はいかなるVCが要求する帯域幅の中で最も小さい帯域幅である)。標準的な大きさの網においては、μの値は、100,000のオーダーである。パラメータμの大きな値を正しく選択することによって、最適化されたオフラインルーティングスキーム、即ち、前もって全ての要求の情報を得るスキームによって経路できる要求の数の(log μのオーダーの)係数の範囲内で、要求VCの総数のルーティングを保証できるようになる。

【0018】AAP法は承認されたVC要求に対する十分な資源を保証するが、この方法は、VCを承認することに関して過度に消極的で、従って網資源を完全に利用できないような欠点がある。しかしながら、μの値を単に減らすことはAAP法が利用可能な網資源を超えて要求を受容してしまうことになり、網ユーザに保証されたQOS要求事項を満たすことができないことを意味してしまう。さらに、AAP法は、現在及び将来双方のリンクロードの知識を必要とする。この知識は、利用可能でなかったり、遅れた情報に基づいていたたり、又は、記憶するのに過大な記憶装置を要してしまう。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】従って、QOS要求事項を満足させながら、網資源の利用を増大させるVCのルーティング及び承認制御の方法を改善し、継続時間、即ち保留時間の知識を持たないような交換VC網において利用できることが所望される。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明により、リンク群からなる網を通してパスのリンク上に要求仮想回線を経路させるコストは、網において前に確立された全ての仮想回線群のサブセットにおけるホップ数に關係するパラメータに基づいて決められることが認識できた。本発明の方法は、発信及びあて先ノード間のパス上の仮想回線を経路させるために要求を受信し、網におけるリンク群のサブセットの各リンクのロードを決め、そして発信及びあて先ノード間の網における可能性のある（潜在）パス上に要求を経路させるコストを決めることによって、網を通るパス上の要求仮想回線を経路させるコストを決める。ここで、このコストは、網を前に経路した全ての仮想回線の群のサブセットに対するホップ数に關係する網状態及びパラメータの関数である。パスは、（1）し

【0021】

【発明の実施の形態】図1は、本発明を用いることができる網106の構造を示す図である。端点102-i（ $i = 1, 2, \dots$ ）は、網106を経由して情報

【0022】図1の網106は、この網が集中化したル*

$$(3) \quad \forall \tau, e \in E: \text{if } (\lambda_e(\tau, j) + r_j/\mu(e)) \geq 1 \quad \text{then } c'_e(\tau, j) \leftarrow \infty \\ \text{else } c'_e(\tau, j) \leftarrow c_e(\tau, j)$$

ここで、 $c_e(\tau, j)$ は、数式（2）のsupraのものをを用いて効果的に決められる。

【0025】数式（2）では、j番目の要求がそのリンクを通して経路されていたときに、リンクeの容量が超えてしまうかを定めるために確かめる。もしその容量が超えていれば、コストは非常に高い値にセットされ、このリンクからなるパスをその要求を経路させるパスとして選択しない。もしリンクeの容量が超えていなければ、コスト関数が効果的に数式（2）を用いて計算される。このコスト関数は本発明では、AAP法におけるように、多数の僅か又はある程度利用されているリンクと、少数の比較的過度に用いられているリンクからなるパスに基づいて、網への承認を効果的に交換するように

*ルーティング要求プロセッサ111を用いて経路して通るために完全な情報を用いるので、集中化したルーティングシステムである。要求プロセッサ111は、ノード108-jに接続する。VCに対する全ての要求が要求プロセッサ111で処理されるので、要求プロセッサ111は網状態の完全な知識を有する。例えば、要求プロセッサは網における各リンクの容量及び各ノードのバッファで利用可能なバッファスペースの容量の利用を決める。従って、網を通るいかなるパス（いかなるパスによって必要とされるさらなる網資源）を正確に決めることができる。

【0023】図2は、本発明の網を通してVCを経路させる方法のステップを示し、この方法は、要求プロセッサ111によって効果的に用いることができる。ステップ210において、VCの要求（j番目の要求）は、発信端点から受信される。この要求は通常、発信ノード s_j 、あて先ノード t_j 、要求帯域幅 r_j 、VCの開始時間（ T^s_j ）、及びVCの終了時間（ T^f_j ）を特定するパラメータからなる。この要求は、（ s_j 、 t_j 、 r_j 、 T^s_j 、 T^f_j ）として特定される。ステップ220は、要求VCが経路するパス群を決める本発明の方法を示している。ステップ220において示してあるように、パス群は第1基準（パス群の各パスのコストがしきい値よりも下で、パス群の各パスにおけるリンク及びノードのそれぞれが要求を収容するのに十分な資源を有すること）に従って決められる。

【0024】図3は、ステップ220をさらに詳細に示している。ステップ310では、時間 τ （ $T^s_j \leq \tau \leq T^f_j$ ）における網106の各リンクeのロード λ が数式（1）のsupraのものをを用いて効果的に決められている。ステップ320では、時間 τ における網の各リンクe上へのj番目の要求を経路させるコストが修正されたコスト関数 $c'(\tau, j)$ によって決められている。

【数3】

設計された非線形関数である。しかしながら、以下に述べるように、本発明において $c_e(\tau, j)$ を決めるのに用いられるパラメータ μ は、AAP法におけるものと異なるパラメータに基づいて選択される。ステップ340では、対応する各可能生のある経路パスにおけるリンクは、そのリンクが要求VCを収容するのに十分な利用可能な容量を有することを保証するために確かめられる（そのリンクが「飽和」していないことを確認するために）。パス群からの要求VCのホールディング時間の継続時間に対して十分な容量を有するリンクを有するこれらの潜在経路パスは、ステップ220にある。

【0026】ここで、ステップ220の手順は図3のステップの順序を変えることによって達成できることに

留意する。例えば、リンクのロードが最初に決められたら、要求を扱うのに容量が十分でないリンクを対象から外す。次に、残ったリンクに基づいて、発信及び受先ノードの間の潜在パスが決められ、その潜在パスを経路するコストが決められる。十分に低コストなこれらの潜在パスは従って経路パス群を形成する。

【0027】図2に戻ると、ステップ225では、経路パス群が調べられる。もしステップ220で決められた経路パス群が空の群であれば、要求はステップ230にて拒否される。代わりに、経路パス群が空の群でなければ、要求VCが経路するパスは、選択基準に従って経路パス群からステップ240にて選択される。

【0028】ステップ240の選択基準は、最小ホップパス（最小のノード数を通るパス）とするように選ぶ。また、低コストのパスを選択するような他の基準も使うことができる。

【0029】ステップ250では、要求VCは選択パスを経路する。ステップ260では、要求プロセッサ11は、要求VCによる網資源の利用を反映させるため、網状態を更新する。

【0030】本発明は指数コストに基づいたアワーブッチのアルゴリズム、supraに関するが、幾つかの方法によりAAP法を改善する。第1に、本発明は数式(2)において用いるための μ の値を決める異なったパラメータを用いる。特に、パラメータ μ は、前に網を通して経路した全てのVC群のサブセットに対するホップ数の関数である。一般に、 μ は、Lの関数として選ぶ。ここで、Lは、前に網を通して経路した全てのVC群のサブセットに対する平均ホップ数又は平均リンク数である。例えば、選択の例として、 $\log \mu$ が $\log L$ のオーダーであるような、 $\log \mu$ がLの関数である場合がある。 μ は通常、だいたい、2ないし4である。従って、 μ の値は通常、AAP法に従って、値を減らされる。減らされた μ の値は、従って、要求VCが経路する潜在経路パスの大きな群を生み出す。このように、本発明は、潜在経路パス群を生み出すことに関して全く消極的というではない。

【0031】しかしながら、本発明は、消極的でないことによって、潜在経路パス群において、要求を扱うのに不十分な容量のリンクからなるパスを含むことがある。よって本発明はAAP法とは違って、潜在経路パス群から要求を収容するのに十分な容量を有するリンクのパスのみを選択する。これらのパスは従って、図2のステップ220の経路パス群からなる。さらに、本発明はAAP法とは違って、要求を経路させるパスを選択する選択基準を用いる。従って、本発明は、経路パス群の各パスがあるコストしきい値よりも少ないコストで要求VCを経路できるようにする第1基準に適合する経路パス群を見つける。次に、最小ホップパスのような選択基準に基づいた群から1つのパスを選択する。ここで、本発明

は、 μ のいかなる値に対しても合法的ルーティング判断をする（要求を収容するのに十分な容量がある）。本発明はこのように、AAP法とは違って、承認制御のタスク及びルーティングの両方を行う。

【0032】最後に、本発明は要求VCの継続時間、即ち保留時間を知らないような場合においても用いることに留意する。例えば、本発明は集中化された網及び分散した網の両方において、仮想回線の継続時間が前もって知られることを仮定できる。このことは映画のような多くの場合に合理的な仮定であるが、電話呼び出しのような合理的ではない場合も多くある。しかし、経路時間を前もって知らない多くの場合に対して、経路時間の統計的な説明を利用できる。電話回線はよい例で、要求された仮想回線によって搬送される電話の呼に関する統計的な経路時間情報をルーティング及び承認制御判断のために用いることができる。同様に、VCの要求のパラメータ T^r を大きな数にセットすることによって、又は第1表のコードの時間合計をのぞくことによって、永久VCを経路することに用いることができる。

【0033】本発明の方法は、集中化ルーティング判断ではなく、局所（非集中化）ルーティング判断がされるシステムにおいても用いられる。非集中化システムを用いる動機は幾つかある。第1に、集中化ルーティングスキームは、故障するポイント（要求プロセッサ）があるので、非集中化システムよりも信頼性の問題に悩まされがちである。第2に、集中化ルーティングスキームは、各システムが通常他方のシステムの状態に関する情報を有しないので、通常、他の集中化ルーティングシステムと動作又は通信するのに困難である。従って、集中化した網間を仲裁及び通信するさらなるプロトコルが必要となる。最後に、集中化ルーティングシステムの各ノードは最初にデバイス（図1の要求プロセッサ等）と通信しなければならないので、このようなデバイスと通信するための伝搬遅延は、分散システムにおいて通常要求される範囲のセットアップ時間を超えて、VCを確立するセットアップ時間を増やす。

【0034】図4には、分散した網416の構造を示す。これは、本発明の方法を実施することができるノード418-m及びリンク420-nからなる。網416は、各ノード418-mが隣接ノードと周期的に状態情報を交換するので、分散ルーティングシステムである。この状態情報は、利用可能な又はあるノードから全ての隣接ノードへのリンク上で用いられている網資源の量を反映する。従って、網を通るいかなるパスのコストはノードによって決めることができる。しかし、VCが確立及び崩壊する速度と比べて状態情報が速く伝搬しない限り、情報は不完全（遅れた情報等）になる。従って、各ノードは、網状態の異なった説明、即ち局所ビューを有することになる。この説明は、局所網状態と呼ばれる。

【0035】図5には、不完全な状態情報を用いる分散

10

20

30

40

50

ルーティングシステムにおける本発明の方法の流れ図を示してある。図4及び5のシステム及び方法では、各ノードは網状態の局所ビューを維持する。そのビューは以下に説明するようにVCセットアップの間に集めた、各ノードへ接続されたリンクの状態、及び他のリンクに関する情報によって構築する。仮想回線要求が到来すると、本発明の方法が呼び出される。局所情報に基づいて、本発明の方法は要求を拒否するか、又はパスを選択するかのいずれかをやる。ここでパスを選択した場合、その選択パスを用いて回線を経路させる試みが行われる。この要求が経路するように試みられるにつれて、本発明の方法はこの選択パス上のリンク及びノードの状態情報を集める。この集めた状態情報は、このパス上の各ノード及びリンクで使われた資源に関して正確である。従って、集めたこの状態情報は、発信ノードにおいて局所網状態を更新するために使うことができる。この状態情報をVCセットアップで使われるシグナリングメッセージに取り入れることができ、これによりオーバーヘッドを減らすことができる。

【0036】図5のステップ505では、要求を経路させる試みの数を制限するのに用いられるカウンタを0等に初期化する。ステップ510では、図4の網の発信端点からVCの要求を発信ノードで受信する。この要求は前と同じように、 $(s_j, t_j, T_j^s, T_j^r, r_j)$ で表され、各要求パラメータは前に定義してある。ステップ515では、要求VCを経路させる経路パス群を決める。このステップ515の動作は、各パスのコストを発信ノードの局所網状態に基づいて決めることを除いては、図2のステップ220と類似している。経路パス群が空の群であれば、この要求は拒否される(ステップ520及び525)。その経路パス群が空でなければ、群のパスの1つを第2基準に従ってステップ530で選択する。この第2基準は図2で述べた方法のように最小ホップパス(最小のホップ数のパスを選択する基準)とすることができる。しかし、他の基準(最小コストパス等)も用いることができる。

【0037】ステップ535では、選択パスに要求を経路させる試みを行う。即ち、適切なVCセットアッププロトコルを呼び出す。このVCセットアッププロトコルを呼び出す際に、選択パス上のリンク及びノードの状態の正確な情報を得る。ようするに、選択パス上のリンク及びノードが動作する帯域幅容量及びバッファスペースを正確に知る。次に、随意に発信ノード(ステップ540)及び選択パス上の他のノード(ステップ545)における局所網状態を更新する。

【0038】ステップ550では、そのルーティングが成功したかどうかを確認する。図2の集中化したシステムとは違って、図5の方法のルーティングは必ず成功するとは限らない。これは選択パスは局所網状態に基づいて選ばれるからである。結果的に、局所状態に基づいて

利用可能と期待された資源は実際はルーティングが成功しないのに利用可能とされることもある。もしルーティングが成功したならば流れは終了する。もしルーティングが成功しなかったならば、カウンタをステップ555においてインクリメントする(1増やす)。もしこのカウンタが(VC経路の試みの許される試行の数に基づいて)その制限値を超えれば、要求は最終的に拒否される。もしカウンタがその制限値を超えなかったら、(図5の接続子1経由で)ステップ515に戻って、他の経路パス群を探し、流れ図の以降のステップの実行に続くか、又は代わりに(図5の接続子1'経由で)ステップ527に進む。ステップ527では、前に決めた経路パス群から新しく異なったパスを選択し、ステップ535~560でその新しく選択したパスを経路させる試みをする。

【0039】VCセットアッププロトコルは、VCが実際に経路されたかどうかに関わらず、発信ノードに知らせるため、及びVCのパス上の各リンクの現在の状態情報を集めるために、確認パケットを用いることができる。この場合、この現在状態情報は発信ノードにおいて網の局所ビューを更新するのに用いる。利用可能な十分な容量がなかったので回線が経路されなかったことをもし確認パケットが指示したら、その回線を新しい要求であるかのように再び経路しようと試みる。

【0040】本発明は、特定のハードウェア又はソフトウェアによって実施されることを要しなく、また、本発明はノード間の周期的な状態情報交換をすることを必ずしも要しなく、より広い領域のシステム環境にて用いることができる。

【0041】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の網動作方法、要求経路方法並びにルーティング及び承認制御する方法は、網において交換仮想回線の要求を承認及びルーティングする方法であり、要求VCを以下の2つのステップのプロセスを用いてルーティングし、経路パス群をまず探す。即ち、前のVC接続のサブセットのホップ数に関連するパラメータに基づいてコスト関数を用いて、あるしきい値以下のコストで経路できるVC上の潜在経路パスを決めるステップと、どの潜在経路パスが要求を収容するのに十分な資源を有するリンク及びノードからなるかを求めるために調べるステップである。これら両方のステップを満足するパスが経路パス群として出力され、第2基準を用いて要求を経路させるパスを経路パス群から選ぶ。分散したルーティングシステムにおいては、コスト関数及び経路パス群を決めるために局所網状態を用いる。この経路パス群から選んだパス上のノードの局所状態情報を更新し、前に選択したパスが要求を収容するのに十分な資源を有さないときは、経路パス群からの他のパスが要求VCを経路するために選択されることを許す。これにより、適切なVCが選択され、継続時

間を知らないような交換VC網において利用される網資源の利用を増大させるルーティング及び承認制御方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を用いることができる集中化したルーティング網を示す図である。

【図2】図1の網において用いられる本発明の方法の流れ図である。

【図3】要求VCが経路するパス群を決める本発明の方法の流れ図である。

【図4】本発明を用いることができる分散化したルーティング網を示す図である。

【図5】図4の網において用いられる本発明の方法の流れ図である。

【符号の説明】

102 端点
106 網
108 ノード
110 リンク
111 要求プロセッサ
210 網を通してVCを経路させる要求を受信する
220 要求VCに対する経路パス群を決める。ここで、(1)パス群の各パスのコストは、しきい値よりも小さく、(2)パス群の各パスにおける各リンク／ノードは、要求を収容する十分な資源を有する。
225 空の群か？
230 VC要求を拒否する。
240 選択基準に従って経路パス群からパスを選択する。
250 選択されたパス上へVCの要求を経路させる。
260 網状態を更新する。
310 時間 τ におけるリンクのサブセットの各リンクのロード λ を決める

320 時間 τ におけるリンクのサブセットの各リンクに対して、リンク上を要求VCが経路するコストを決める。ここでコストは、網状態と及び前に経路したVCのホップ数に関連するパラメータとの関数である

330 発信及びあて先ノードの間の網の潜在パスの中で、VCの保留時間の間に要求を経路するコストがしきい値よりも低いパスを、潜在経路パスとして識別する

340 その潜在経路パスの中で、要求を収容するのに十分な利用可能な資源を有する潜在経路パスを経路パス群として選択する

402 端点

408 ノード

410 リンク

505 カウンタ=0

510 網を通してVCを経路させる要求を受信する

515 要求VCに対する経路パス群を局所情報に基づいて決める。ここで、(1)パス群の各パスのコストは、しきい値よりも小さく、(2)パス群の各パスにおける各リンク／ノードは、要求を収容する十分な資源を有する。

520 空の群か？

525 要求を拒否する

527 パス群の新しい経路パスを選択する

530 選択基準に従ってパス群の経路パスを選択する

535 選択されたパスにVCを経路するように試みる(VCセットアッププロトコルを呼び出す)

540 パスのリンク／ノードの正確な情報を得て、随意に発信ノードにおける局所情報を更新する

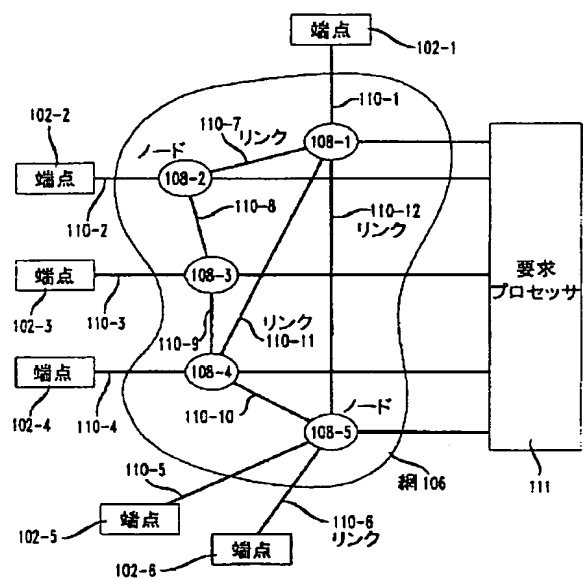
545 随意に選択パス上のノードにおける局所情報を更新する

550 ルーティングは成功したか？

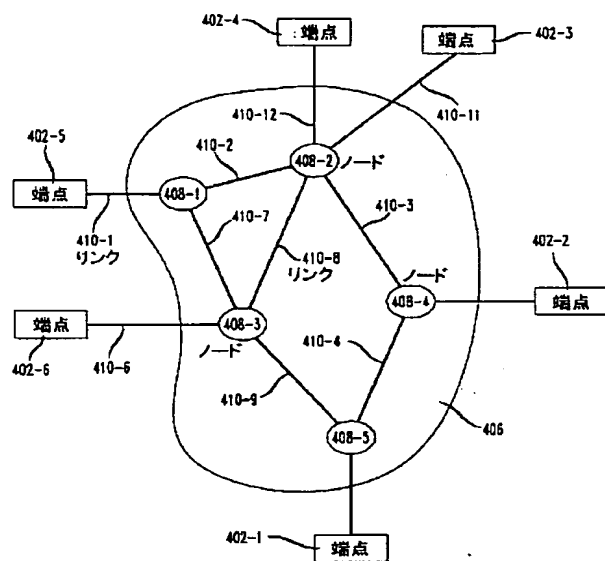
555 カウンタをインクリメントする

560 カウンタは制限値を超えたか？

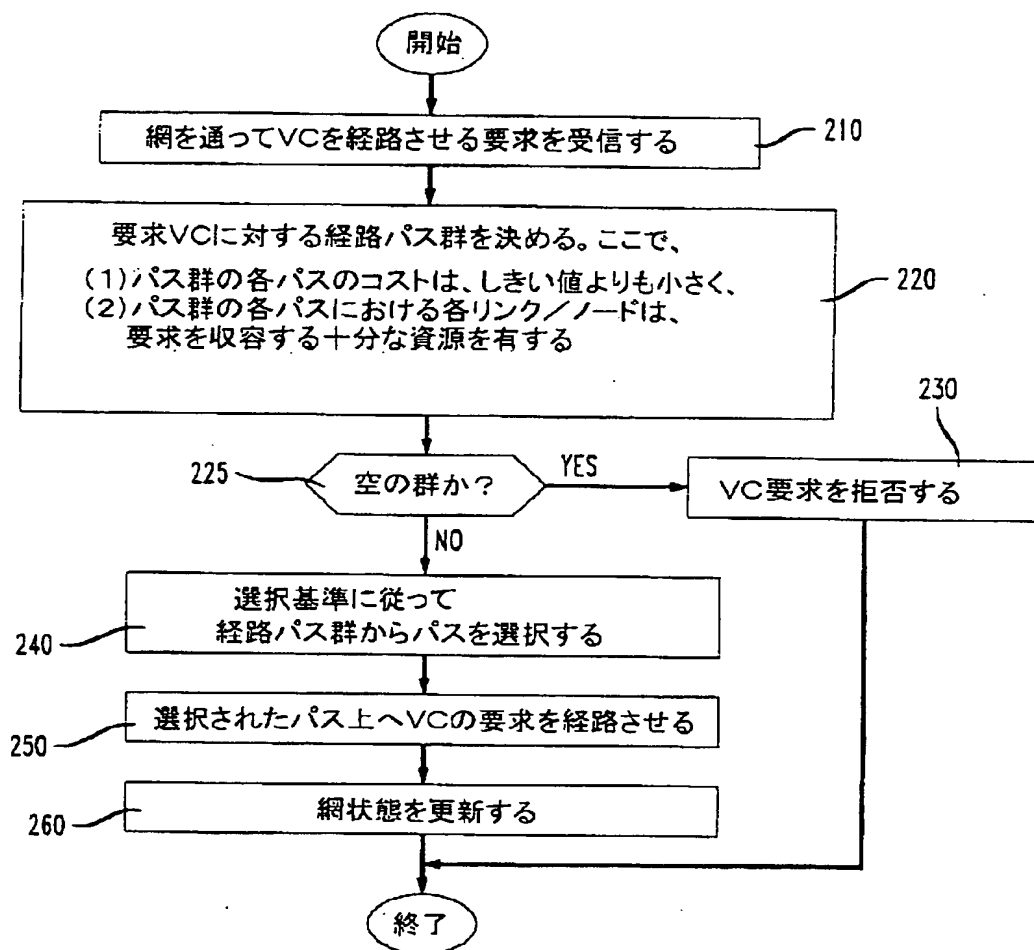
【図1】



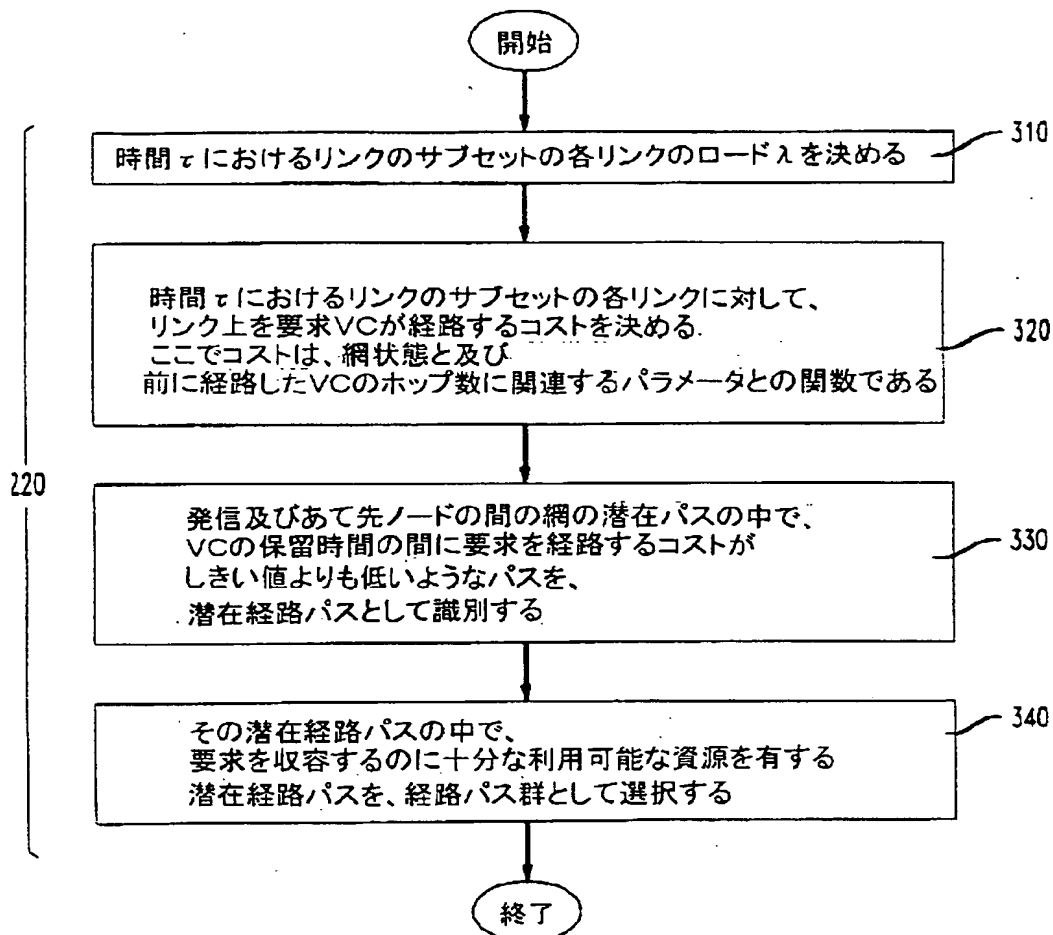
【図4】



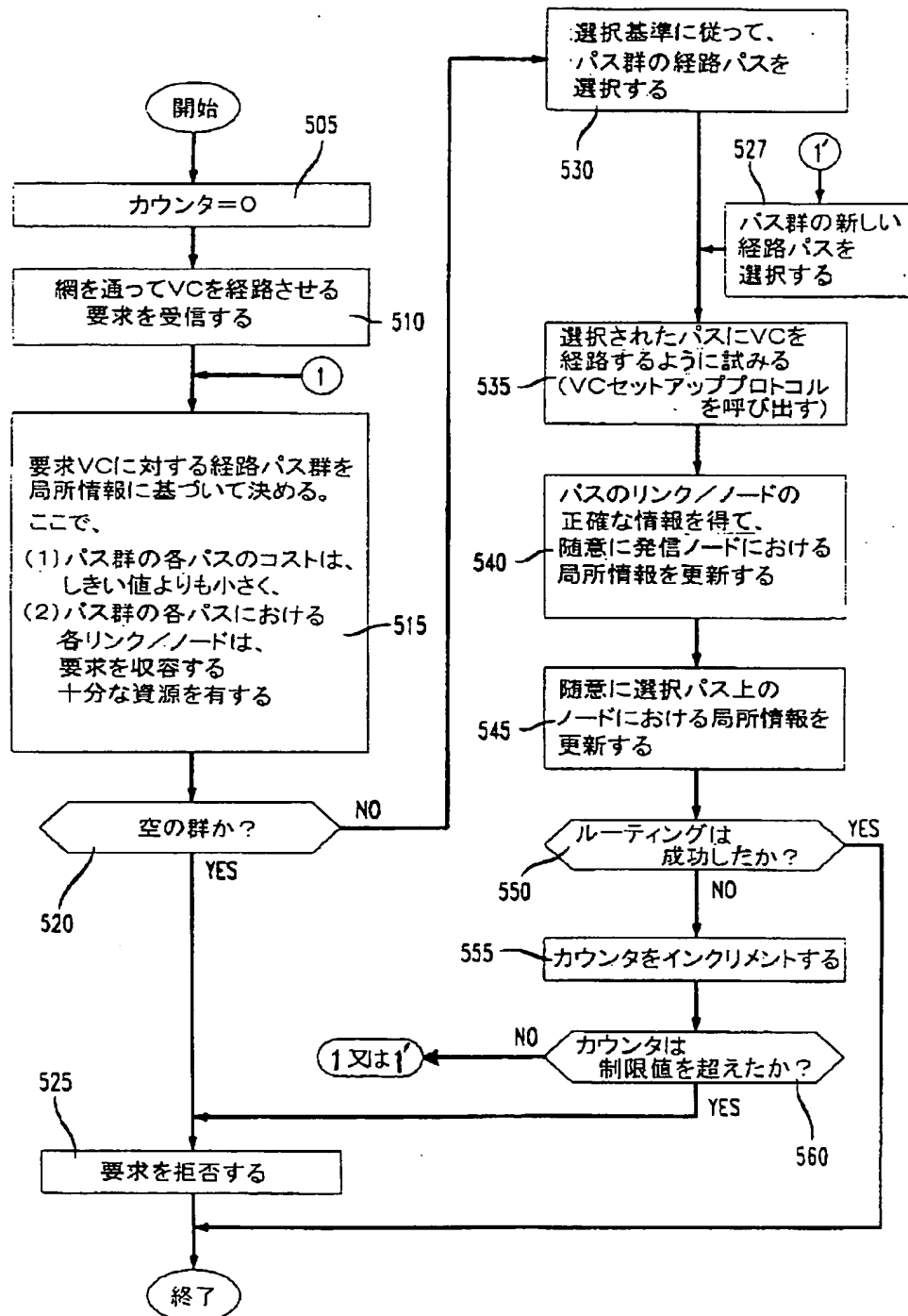
【図2】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

(71)出願人 596077259

600 Mountain Avenue,
Murray Hill, New Je
rsey 07974-0636 U. S. A.

(72)発明者 アニル ビー. カマス

アメリカ合衆国, 07922 ニュージャージ
ー, バークレイ ハイツ, メープル アヴ
ェニュー 146

(72)発明者 セルジュ プロトキン

アメリカ合衆国, 94025 カリフォルニア,
メンロ パーク, ケント プレイス 23,
アパートメント 5(72)発明者 カジャマライ ゴパラスワミー ラマクリ
シュナンアメリカ合衆国, 07922 ニュージャージ
ー, バークレイ ハイツ, メープル アヴ
ェニュー 146

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-294128

(43)Date of publication of application : 11.11.1997

(51)Int.Cl. H04L 12/28
H04Q 3/00

(21)Application number : 08-311769 (71)Applicant : LUCENT TECHNOL INC

(22)Date of filing : 22.11.1996 (72)Inventor : GAWLICK RAINER

KAMATH ANIL P

PLOTKIN SERGE

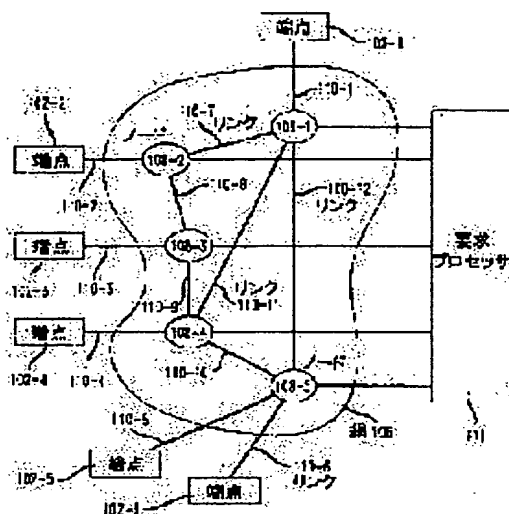
RAMAKRISHNAN

KAJAMALAI GOPALAS

(30)Priority

Priority number : 95 565737 Priority date : 30.11.1995 Priority country : US

(54) NETWORK OPERATION METHOD, REQUEST ROUTING METHOD, AND
METHOD FOR ROUTING AND APPROVAL CONTROL



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To conduct routing and approval control to increase utilization of a network resource in an exchange virtual circuit(VC) network having no intelligence of consecutive time.

SOLUTION: In the method for approving and routing a request of an exchange VC channel in this network 106, at first a path group consisting of paths for a VC on request is searched by using two steps as follows. Possible paths for the VC at a cost below a threshold cost are decided by using a cost function based on a parameter relating to the hop number of a subset in preceding VC connection. Then which

potential routing paths consisting of links 110 and nodes 108 having a sufficient resource to meet the request are checked. Paths satisfying both the steps above are outputted as a path group and a path meeting the requirement is selected from the path group by using a 2nd criterion.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the approach of operating the network (106) which consists of a node group (108) connected by the link group (110) this network The step which receives the demand to which it characterizes according to reticulated voice, and the path of the virtual-circuit group is carried out through this network, it passes along the a aforementioned network (106), and the path of the virtual circuit is carried out on the pass between a dispatch node and a destination node (210), b) The step which determines loading over each link of the subset of said said link group within the net by said demand (310), c) It consists of a step (320) which opts for the cost to which the path of said demand is carried out on the potential pass between said dispatch node and said destination node. This potential pass it consists of a link of said subset of said link group, and said cost is reticulated in the first half of one -- purposely -- 2 [and] -- the network actuation approach characterized by being a function with the parameter relevant to the number of hop to the subset of a virtual-circuit group the first half when a path is

carried out through said network.

[Claim 2] Each link of each node of said node group, and said link group The step which chooses the potential pass which has a corresponding resource and has cost fewer than a threshold as potential pass of d potential path pass group (330), e) The network actuation approach according to claim 1 characterized by having further the step (340) which chooses the potential path pass which consists of a node which has corresponding resources enough as path pass of a path pass group in order to carry out the path of said demand, and a link.

[Claim 3] f) The network actuation approach according to claim 2 characterized by having further the step (240) which chooses pass from said path pass group in accordance with criteria.

[Claim 4] Said criteria are the network actuation approach according to claim 3 characterized by being the minimum hop routing criteria.

[Claim 5] Said network is the network actuation approach according to claim 3 characterized by being the centralized network (drawing 1).

[Claim 6] Said demand is the network actuation approach according to claim 3 characterized by being received in a demand processor (111).

[Claim 7] g) the step (250) which carries out the path of said demand on said selected pass, and h -- the network actuation approach according to claim 3 characterized by having further the step (260) which updates said reticulated voice based on said selection pass by which the path was carried out.

[Claim 8] It is the network actuation approach according to claim 3 which said demand is received in said dispatch node, and said reticulated voice is partial reticulated voice in said dispatch node, and is characterized by said network being a decentralization network.

[Claim 9] i) it be the network actuation approach according to claim 8 characterize by be the step (515) which decide whether to be fully in order for an available resource to carry out the path of said demand in the node and link of said selection pass, and opt for this decision based on the partial status information in the node on said selection pass.

[Claim 10] j) The network actuation approach according to claim 9 characterized by having further the step (540) which updates the partial status information in said dispatch node based on the partial information in the node on said selection pass.

[Claim 11] k) The network actuation approach according to claim 9 characterized by having further the step (545) which updates the partial status information in the node on said selection pass based on the partial information in other nodes on said selection pass.

[Claim 12] l) the step (550) which will carry out the path of said demand to said selection pass if enough resources are available, and m -- the network actuation approach according to claim 9 characterized by having further the step (515) which determines another path pass group if enough resources are not available.

[Claim 13] n) the step (550) which will carry out the path of said demand to said selection pass if enough resources are available, and o -- the network actuation approach according to claim 9 characterized by having further the step (527) which determines path pass which is different from said path pass group if enough resources are not available.

[Claim 14] It is the network actuation approach according to claim 1 characterized by for said demand of a virtual circuit being a demand to an exchange virtual circuit, and said demand specifying said demanded holding time of a virtual circuit.

[Claim 15] Said cost function is the network actuation approach according to claim 14 characterized by being the function of said holding time of said demand virtual circuit.

[Claim 16] It is the approach of carrying out the path of the demand of a virtual circuit through a network (406) on the pass chosen from a path pass group. This selection pass Consist of a node (408) and a link (410), and it opts for the step (515) this approach decides an available resource to be in the node and link of the a aforementioned selection pass, and this decision based on the partial status information in the node on said selection pass. b) -- the step (550) which will carry out the path of said demand on said selection pass if there are available enough resources to which the path of said demand is carried out, and c, if there are not available enough resources to which the path of said demand is carried out The demand path approach characterized by having the step (515) which determines another path pass group.

[Claim 17] Said selection pass is the demand path approach according to claim 16 characterized by having further the step (540) which consists of a dispatch node and updates the partial status information in said dispatch node on the d aforementioned selection pass.

[Claim 18] Said network is the demand path approach according to claim 17 characterized by being a decentralization network (drawing 4).

[Claim 19] It is the approach of carrying out the path of the demand of a virtual circuit through a network (406) on the pass chosen from a path pass group. This selection pass The step with which consist of a node (408) and a link (410), and this approach decides an available resource to be in the node and link of the a aforementioned selection pass (515), If this decision has available enough resources to which it is decided based on the partial status information in the node on said selection pass, and the path of the b

aforementioned demand is carried out the step (550) which carries out the path of said demand on said selection pass, and e -- the demand path approach characterized by having the step (527) which chooses path pass which is different from said path pass group if there are not available enough resources to which the path of said demand is carried out.

[Claim 20] Said selection pass is the demand path approach according to claim 19 characterized by consisting of a dispatch node and consisting of a step (540) which updates the partial status information in said dispatch node on the d aforementioned selection pass further.

[Claim 21] Said network is the demand path approach according to claim 20 characterized by being a decentralization network (drawing 4).

[Claim 22] In the network (106) which consists of a node group (108) connected by the link group (110), they are routing and the approach of carrying out acknowledgement control. This network It characterizes according to reticulated voice and the path of the virtual-circuit group is carried out through this network. Each link of each node of said node group, and said link group The step which receives the demand to which it has a corresponding resource, this approach passes along the a aforementioned network (106), and the path of the virtual circuit on the pass between a dispatch node and a destination node is carried out (210), b) The step which determines loading over each link of the subset of said said link group within the net by said demand (310), c) the step (320) which opts for the cost to which the path of said demand is carried out for the potential pass top between said dispatch node and said destination node, and this potential pass It consists of a link of said subset of said link group. Said cost 1) -- reticulated in the first half -- purposely -- 2 -- with the parameter relevant to the number of hop to the subset of the virtual-circuit group by which a path is carried out through said network It is a nonlinear function with the number of the links of 3 each potential pass. And as potential pass of d potential path pass group The step which chooses the potential pass which has cost fewer than a threshold (330), e) The step which chooses the potential path pass which consists of a node which has enough corresponding resources, and a link as path pass of a path pass group in order to carry out the path of said demand (340), f) -- the step (240) which chooses pass from said path pass group in accordance with criteria, and g -- routing characterized by having the step (250) which carries out the path of said demand on said selected pass, and the approach [claim 23] of carrying out acknowledgement control Said criteria are an approach according to claim 22 characterized by being the minimum hop routing criteria.

[Claim 24] h) The approach according to claim 22 characterized by having further the

step (260) which updates said reticulated voice based on said selection pass by which the path was carried out.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to acknowledgement control of a virtual circuit, and the approach of roux DINGU.

[0002]

[Description of the Prior Art] A network is one of the means which exchanges namely, transmits information (data, sound, a text, image, etc.) among the endpoints (a host machine, a facsimile machine, terminal, etc.) connected. A network consists of a node connected by each other, and each endpoint and a link. Each link is bidirection (that is, information is carried in the forward direction and hard flow), and is usually characterized with a parameter like bandwidth or capacity to each direction. If a node has a buffer, it is effective, and it is used for a buffer to memorize the information received until a link obtained sufficient capacity when there was no capacity treating the information which the link received in the node.

[0003] The network has become increasingly so that it may be used for high-speed transmission with the high-reliability of the digital format information between far-reaching endpoints. This brought about a big change to network service, and architecture / infrastructure design. It is expected that new customer service like video on demand or video teleconferencing will be especially offered in a broadband service synthesis digital network (BISDN). The fundamental technique in BISDN is good to be called an Asynchronous Transfer Mode (ATM) and to refer to the paper written by S I Min Czar (S. E.Minzer), and "BISDN and Asynchronous Transfer Mode (Broadband ISDN and Asynchronous Transfer Mode)" (IEEEComm.Mag. 1989 nine monthly publications, 17-24 pages).

[0004] When exchanged between two endpoints (an initiation endpoint and destination endpoint) in information, an initiation endpoint requires that bidirectional pass (connection who consists of a node and a link) should be established between two endpoints in a network. In an ATM network, it says that the established pass is called "a virtual circuit (VC:virtual circuit)", the endpoint where this starts exchange only specifies a destination endpoint, and a network carries information from an initiation endpoint to a destination endpoint as it has connected with the direct line. The "number

of hop" in the pass of VC is equal to the number of the links of pass, or only 1 is smaller than the number of the nodes of pass.

[0005] VC new on the network as an important thing which must be considered in management of a network -- recognizing (admission being carried out) -- ** -- it may say within the net [the] whether what we do with the path (routing) of the recognized VC with saying In case it faces deciding whether it reaches [whether it recognizes and or not] and what we do with the path of the demand of VC from these endpoints and you consider acknowledgement and the routing scheme of a network, it must consider how resources (bandwidth of the link which constitutes VC etc.) are secured. This resource needs to be secured in order to satisfy the quality-of-service (QOS) guarantee (requirement related to the rate of the maximum information loss at the time of being information reception, the maximum delay, etc.) which a network offers. For this reason, acknowledgement control is needed in order to guarantee that a resource is not secured in a link or a node over an available resource.

[0006] Generally the object of routing and the acknowledgement control approach is maximizing utilization of a network resource for constraint of a resource at anti-****, satisfying what kind of QOS guarantee and requirement. By many factors, routing and acknowledgement control decision become complicated. That is, the 1st judgment must be made "on-line." That is, it must be carried out, without future routing need having the information of how to act on a network resource. Although this problem is coped with by the so-called "dynamic re-path (dynamic rerouting)" technique, these techniques will usually have an adverse effect on the quality of the service with which the user of a network is provided. It is that 2nd the current condition (current assignment of network topology and a network resource) of a network is not available. For example, it is a time of the information on the resource assigned recently not being reflected in reticulated voice yet. In such a case, routing and an acknowledgement judgment will be made based on static, i.e., are inaccurate, status information. The 3rd acknowledgement and a routing judgment must often be made in the real time. That is, it must carry out between the time intervals decided by VC setup protocol. This VC setup protocol specifies the time amount distributed to the attempt which establishes namely, sets up VC, and specifies how many attempts which set up VC are allowed.

[0007] Acknowledgement control and the routing approach are recognized and carry out a path on selection pass so that the cost function of a certain kind which influences the amount of the network resource which the pass which had Demand VC chosen usually needs may be minimized. Although many kinds of cost functions can be used, a cost function is usually a function of the parameter related to the delay which lets the

present reticulated voice and a network pass.

[0008] Routing was carried out by which information on imperfection or completeness, or the approach which is going to solve the acknowledgement and the routing problem of a virtual circuit which were demanded was usually turned to the approach based on that factor [like] whose VC is any of a permanent circuit or the switched line. Especially a factor such is usually useful, although the parameter of a cost function is specified. The case where information about the network resource assigned to only not having information of the condition of the network as carrying out routing using imperfect information or that it is the information which was in status information though it had the information, for example, VC in which available status information carried out the path to recently most, is not taken in etc. is meant. On the contrary, status information has perfect information and routing using perfect information means that status information is the newest.

[0009] In a large-scale network (for example, network which consists of about 100 node in the geography area like national soil), it is not expectable to have available accuracy, i.e., sound-condition information, by all the nodes by which the propagation delay of the relay information from a node to a node is the cause, and was connected to the dispatch endpoint. therefore -- or it performs such a network based on the perfect information on the site (site accessible to all nodes) which centralized all routing decision -- otherwise, static, i.e., are imperfect, status information -- being based -- being local (local) -- a routing judgment must be made (by namely, distributed approach). Permanent VC is the pass for the information transfer between the endpoints designed so that it might continue being managed and established over the long period of time of the order of what year. Exchange VC is designed so that it may work over between or what day when.

[0010] In order to evaluate the cost of the routing information on all pass within the net as one of the acknowledgement schemes shown to permanent VC and Exchange VC (setting to the exchange VC established between the known duration time), there are some which use the exponential function of a link load (load). It is good to refer to the periodical written by BI AWABUTCHI (B.Awerbuch), and "online routing (Throughput-Competitive On-Line Routing) of a competitive throughput" (November, 1993, U.S. cull FORUNIA state Palo Alto, 34th Annual Symp.on Foundations of Comp.Sci.). The algorithm and supra based on AWABUTCHI's and others exponential cost call it the "AAP method" here.

[0011] This AAP method is based on the threshold cost for which it opts as a function of the acknowledgement threshold and characteristic cost criteria over each link of a

network. The AAP method determines a pass group in which this is [the cost of routing to the link in any of the specific pass of a pass group] less than threshold cost to Demand VC. A demand whose cost of routing which passes along a network is higher than threshold cost is refused.

[0012] There are some faults carrying out the AAP method measles. It does not specify which specific pass in a pass group the AAP method should use for it in order to make the 1st carry out the path of the demand VC. (That is, the AAP method performs only acknowledgement control and carrying out the path of this **** [, and] does not carry out.) AWABUTCHI and others does not show further how in the exchange VC without information of the duration time established, the AAP method is used. [choosing the specific pass to Demand VC] From a view with the AAP method, the characteristic cost function of the AAP method is explained especially below.

[0013] The pseudocode which mounts a part of approach based on AAP characteristic cost is shown in the 1st table. Each line of the pseudocode of the 1st table is explained below. The number of nodes [in / for n / a network] shall be shown. Capacity u (e) assigned to each link e in the network expresses available bandwidth by the link. In case the j -th demand from a dispatch endpoint to VC to a destination endpoint, i.e., the demand expressed with $(s_j, t_j, T_{sj}, T_{fj}, r_j)$, is received (the 1st line of a pseudocode), the AAP method The path of the capacity r_j from the dispatch node s_j (it connects with the dispatch endpoint directly) to the destination node t_j (it connects with the destination endpoint directly) which starts from time amount T_{sj} and is ended by time amount T_{fj} , i.e., pass, is tried with the method of assignment. It is assumed for conciseness that it is that to which routing is performed by time amount T_{sj} . The object of the AAP method is to maximize the throughput (amount of the information carried through a network in a certain time interval) of a network. $T_j = T_{fj} - T_{sj}$ shall express the holding time of a circuit, i.e., duration time, T shall express T_j in which max is possible, and r shall express the maximum demand bandwidth (rate) r_j . The threshold cost of the AAP method presupposes that it is the product of n , r , and T .

[0014]

[A table 1]

- (1) ROUTE ($s_j, t_j, T_j^s, T_j^f, r_j$):
 (2) $\forall \tau, e \in E: c_e(\tau, j) \leftarrow u(e)(\mu^{\lambda_e(\tau, j)} - 1); *$
 (3) IF $\exists (s_j \text{ から } r_j \text{ までの } G(V, E) \text{ のパス } P)$
 (4) $\sum_e \sum_{\tau} \frac{r_j}{u(e)} c_e(\tau, j) \leq nrT$
 (5) then P 上に要求回線を経路させ、以下をセットする
 (6) $\forall e \in P, T_j^s \leq \tau \leq T_j^f,$
 (7) $\lambda_e(\tau, j+1) \leftarrow \lambda_e(\tau, j) + \frac{r_j}{u(e)}$
 (8) else 接続を拒否する

第1表

[0015] In the AAP method, routing decision is based on the information about current loading (demand) and the future current demand to the resource on the link (or edge) of a network. That is, routing decision takes into consideration the need over the demand of VC which may be carrying out the path between the hold times of j-th VC. Loading is measured in relation to edge capacity $u(e)$. Suppose that the path used for P_i filling the i-th demand is expressed. Loading of the edge e in the time amount τ which looked at the j-th circuit from the routing method which carries out a path is defined as follows.

[Equation 1]

$$(1) \quad \lambda_e(\tau, j) = \sum_{\substack{e \in P_i, i < j \\ \tau \in [T_i^s, T_i^f]}} \frac{r_i}{u(e)}$$

[0016] A formula (1) shows the congestion factor of the link e in the time amount τ by other demands by which the path was carried out to Link e , i.e., loading. After calculating loading, characteristic cost is calculated like the 2nd line of the 1st table next. The cost of the edge [in / on the AAP method and / time amount τ and $c_e(\tau, j)$] e is [Equation 2] when carrying out the path of the j-th circuit.

$$(2) \quad c_e(\tau, j) = u(e)(\mu^{\lambda_e(\tau, j)} - 1)$$

It is alike and defines more. λ_e is loading (rate of the link capacity used) of the link e in the time amount τ while trying to carry out the path of the j-th VC here, $u(e)$ is the capacity of Link e and μ is a parameter. Parameter μ is related to the value T

with the maximum possibility of the values r and T_j with node several n of a network, and the maximum possibility of r_j . The demand will be received if a pass group whose cost to which the path of the demand VC on what kind of pass in a pass group is carried out is smaller than a threshold exists (3-5 lines). (acceptance) In 6-7 lines of the 1st table, the resource needed for the demand by which the path was carried out is reflected in the updated reticulated voice. The demand will be refused if a pass group is an empty group (rejection).

[0017] AWABUTCHI and others has presented that μ chooses so that it may be $2nTr/(rmin+1)$ (it is here and $rmin$ is the smallest bandwidth in the bandwidth which what kind of VC requires). In the network of standard magnitude, the value of μ is the order of 100,000. By choosing the big value of Parameter μ correctly, routing of the total of Demand VC can be guaranteed now within the limits of a number of a demand of multipliers which can carry out a path by the optimized off-line routing scheme, i.e., the scheme which acquires the information on all demands beforehand, (order of $\log\mu$).

[0018] Although the AAP method guarantees enough resources to recognized VC demand, about recognizing VC, this approach is too negative, therefore has the fault which cannot use a network resource thoroughly. However, it will mean that only reducing the value of μ cannot satisfy the QOS requirement with which the AAP method will receive a demand over an available network resource, and was guaranteed to the network user to be. Furthermore, the AAP method needs the information of the link load of both the present and the future. It will be based on the information which this information was not available or was overdue, or excessive storage will be taken to memorize.

[0019]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Therefore, satisfying a QOS requirement, routing of VC which increases utilization of a network resource, and the approach of acknowledgement control are improved, and to be able to use in an exchange VC network which does not have the information of duration time, i.e., holding time, is wished.

[0020]

[Means for Solving the Problem] It has recognized opting for the cost which carries out the path of the demand virtual circuit on the link of pass by this invention through the network which consists of a link group based on the parameter related to the number of hop in the subset of all the virtual-circuit groups before established in the network. The approach of this invention decides the cost to which the path of the demand virtual circuit on the pass which passes along a network carries out by receiving a demand, in

order to carry out the path of the virtual circuit on dispatch and the pass between destination nodes, deciding loading of each link of the subset of the link group in a network, and opting for the cost to which the path of the demand is carried out on the pass (potentiality) which may be able to be set on the network between dispatch and a destination node. Here, this cost is the function of the reticulated voice related to the number of hop to the subset of the group of all the virtual circuits that carried out the path to the front [network], and a parameter. Pass is chosen between the pass which has the both sides of link ** which have cost smaller than (1) threshold and sufficient capacity which can hold (2) demands. any of the system which centralized or distributed the approach of this invention -- also setting -- it can use -- permanent or exchange of known or strange holding time -- which virtual circuit can be used also for carrying out a path.

[0021]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is drawing showing the structure of a network 106 where this invention can be used. Endpoint 102-i ($i = 1, 2, \dots$) exchanges information via a network 106. A network 106 consists of link 110-k ($k = 1, 2, \dots$) which attains to each other and connects node 108-j ($j = 1, 2, \dots$) to an endpoint. The pair of a node is connected by 1 or two or more links.

[0022] Since a path is carried out, it passes using the routing demand processor 111 which this network centralized and perfect information is used for the network 106 of drawing 1, it is the centralized routing system. The demand processor 111 is connected to node 108-j. Since all demands to VC are processed by the demand processor 111, the demand processor 111 has the perfect information of reticulated voice. For example, a demand processor opts for utilization of the capacity of an available buffer tooth space with the capacity of each link in a network, and the buffer of each node. Therefore, what kind of pass (further network resource needed by what kind of pass) which passes along a network can be decided to be accuracy.

[0023] Drawing 2 can show the step of the approach of carrying out the path of the VC through the network of this invention, and this approach can be effectively used by the demand processor 111. In step 210, the demand (j-th demand) of VC is received from a dispatch endpoint. This demand usually consists of a parameter which specifies the start time (T_{sj}) of the dispatch node s_j , the destination node t_j , and the demand bandwidth r_j and VC, and the end time (T_{fj}) of VC. This demand is specified as ($s_j, t_j, r_j, T_{sj}, T_{fj}$). Step 220 shows the approach of this invention of deciding the pass group in which Demand VC carries out a path. As step 220 is shown, a pass group is decided in accordance with the 1st criteria (have resources enough below a threshold for each of a

link [in / in the cost of each pass of a pass group / each pass of a pass group] and a node to hold a demand).

[0024] Drawing 3 shows step 220 further to the detail. At step 310, the loading lambda of each link e of the network 106 in time amount tau ($T_{sj} \leq \tau \leq T_{fj}$) is effectively decided using the thing of supra of a formula (1). It is determined at step 320 by cost function $c_e(\tau, j)$ by which the cost to which the path of the j-th demand of a up to [each link e of the network in time amount tau] is carried out was corrected.

[Equation 3]

$$(3) \quad \forall \tau, e \in E : \text{if } (\lambda_e(\tau, j) + r_j / u(e)) \geq 1 \quad \text{then } c'_e(\tau, j) \leftarrow \infty \\ \text{else } c'_e(\tau, j) \leftarrow c_e(\tau, j)$$

Here, $c_e(\tau, j)$ is effectively decided using the thing of supra of a formula (2).

[0025] With a formula (2), when the path of the j-th demand is carried out through the link, it confirms in order to decide whether the capacity of Link e will exceed. If that capacity has exceeded, cost will be set to a very high value and will not choose the pass which consists of this link as pass to which the path of that demand is carried out. If the capacity of Link e has not exceeded, a cost function is effectively calculated using a formula (2). This cost function is many small or the nonlinear functions which were designed based on the pass which consists of a link used to some extent and a link where the fraction is used comparatively too much so that the acknowledgement to a network might be exchanged effectively as in the AAP method in this invention. However, the parameter mu used for deciding $c_e(\tau, j)$ in this invention is chosen based on a different parameter from the thing in the AAP method so that it may state below. At step 340, the link in path pass with each corresponding possible student is confirmed in order to guarantee having sufficient available capacity for the link holding Demand VC (in order to check the link "is not saturated"). Step 220 has these potential path pass that has the link which has sufficient capacity to the duration time of the holding time amount of the demand VC from a pass group.

[0026] Here, it cares about that the procedure of step 220 can be attained also by changing the step sequencing of drawing 3. For example, if loading of a link is decided first, although a demand is treated, the link whose capacity is not enough will be removed from an object. Next, based on the link which remained, dispatch and the potential pass between destination nodes are decided, and it opts for the cost which carries out the path of the potential pass. These potential pass [low cost enough] follows, and forms a path pass group.

[0027] If it returns to drawing 2, a path pass group will be investigated at step 225. If

the path pass group decided at step 220 is an empty group, a demand will be refused at step 230. Instead, if a path pass group is not an empty group, the pass in which Demand VC carries out a path will be chosen from a path pass group at step 240 in accordance with a selection criterion.

[0028] The selection criterion of step 240 is chosen so that it may consider as the minimum hop pass (pass which passes along the minimum number of nodes). Moreover, other criteria which choose the pass of low cost can be used.

[0029] At step 250, Demand VC carries out the path of the selection pass. At step 260, the demand processor 111 updates reticulated voice in order to make utilization of the network resource by Demand VC reflect.

[0030] Although this invention relates to the algorithm of AWABUTCHI based on characteristic cost, and supra, the AAP method is improved by some approaches. This invention uses [1st] a different parameter which determines the value of μ for using in a formula (2). Parameter μ is the function of the number of hop to the subset of all VC groups that carried out the path especially through the network before. Generally, μ is chosen as a function of L . Here, L is the number of average hop or the number of average links to a subset of all VC groups that carried out the path through the network before. For example, $\log \mu$ [as / whose $\log \mu$ is the order of $\log L$] may be the function of L as an example of selection. μ is usually 2 thru/or 4 generally. Therefore, the value of μ has a value usually reduced according to the AAP method. The value of reduced μ follows and produces the big group of the potential path pass in which Demand VC carries out a path. Thus, there is no negative flume arm about this invention producing a potential path pass group.

[0031] However, this invention may include the pass which consists of a link of a capacity inadequate for treating a demand in a potential path pass group according to it not being negative. Therefore, unlike the AAP method, this invention chooses from a potential path pass group only the pass of the link which has sufficient capacity to hold a demand. These pass follows and consists of a path pass group of step 220 of drawing 2. Furthermore, unlike the AAP method, this invention uses the selection criterion which chooses the pass to which the path of the demand is carried out. Therefore, this invention finds the path pass group which suits the 1st criteria which can be made to carry out the path of the demand VC at cost fewer than a cost threshold with each pass of a path pass group. Next, one pass is chosen from the group based on a selection criterion like the minimum hop pass. Here, this invention makes a lawful routing judgment also to what kind of value of μ (there is sufficient capacity to hold a demand). Unlike the AAP method, this invention performs both the task of acknowledgement

control, and routing in this way.

[0032] It cares about using this invention finally, when not knowing the duration time of Demand VC, i.e., holding time. For example, this invention can assume that the duration time of a virtual circuit is known beforehand in both the centralized network and the dispersed network. Although this is an assumption rational in the case of many like a film, also when [like a telephone call] not rational, it is mostly. However, statistical explanation of path time amount can be used to the case of many which do not know path time amount beforehand. The telephone line is a good example, and it can use the statistical path hour entry about the call of the telephone conveyed by the demanded virtual circuit in order to make routing and an acknowledgement control judgment. similarly setting the parameter T_f of a demand of VC to a large number -- or permanent VC can be used for carrying out a path by removing the time amount sum total of the code of the 1st table.

[0033] The approach of this invention is used also in the system by which not centralization routing decision but a partial (decentralization) routing judgment is made. There are some considerations using a decentralization system. Since a centralization routing scheme has the point (demand processor) which breaks down in the 1st, it tends to be afflicted by the problem of dependability rather than the decentralization system. It is difficult for a centralization routing scheme usually operating or communicating with other centralization routing systems to it, since each system does not usually have the information about the condition of the system of another side in the 2nd. Therefore, the further protocol which arbitrates and communicates between the centralized networks is needed. Finally, the propagation delay for communicating with such a device, since each node of a centralization routing system must communicate with devices (demand processor of drawing 1 etc.) first increases the setup time which establishes VC exceeding the setup time of the range usually demanded in a distributed system.

[0034] The structure of the dispersed network 416 is shown in drawing 4 . This consists of node 418-m and link 420-n which can enforce the approach of this invention. Since each node 418-m exchanges status information for an adjacent node periodically, a network 416 is a distributed routing system. This status information reflects the amount of the network resource used on the link from an available ***** node to all adjacent nodes. Therefore, it can opt for the cost of what kind of pass which passes along a network by the node. However, unless status information spreads quickly compared with the rate at which VC establishes and collapses, information becomes imperfection (overdue information etc.). Therefore, each node will have the explanation from which

reticulated voice differed, i.e., a partial view. This explanation is called a partial network condition.

[0035] The flow chart of the approach of this invention in the distributed routing system using imperfect status information is shown in drawing 5 . By drawing 4 , the system of 5, and the approach, each node maintains the partial view of reticulated voice. The view is built using the condition of the link which were collected between VC setups so that it might explain below and which was connected to each node, and the information about other links. Arrival of a virtual-circuit demand calls the approach of this invention. Based on partial information, it makes whether the approach of this invention refuses a demand, or pass is chosen. When pass is chosen here, the attempt to which the path of the circuit is carried out using the selection pass is performed. As for the approach of this invention, the link on this selection pass and the status information of a node are collected as it is tried so that this demand may carry out a path. These collected status information is exact about the resource used by each node and link on this pass. Therefore, these collected status information can be used in order to update partial reticulated voice in a dispatch node. This status information can be taken in in the signaling message used by VC setup, and, thereby, an overhead can be reduced.

[0036] At step 505 of drawing 5 , the counter used for restricting the number of the attempts to which the path of the demand is carried out is initialized in the 0th grade. Step 510 receives the demand of VC by the dispatch node from the dispatch endpoint of the network of drawing 4 . This demand is expressed with (sj, tj, Tsj, Tfj, rj) like a front, and each demand parameter is defined in front. At step 515, the path pass group to which the path of the demand VC is carried out is decided. If actuation of this step 515 removes opting for the cost of each pass based on the partial reticulated voice of a dispatch node, it is similar with step 220 of drawing 2 . This demand will be refused if a path pass group is an empty group (steps 520 and 525). If the path pass group is not empty, one of the pass of a group will be chosen at step 530 in accordance with the 2nd criteria. These 2nd criteria can be considered as the minimum hop pass (criteria which choose the pass of the minimum number of hop) like the approach stated by drawing 2 . However, other criteria (the minimum cost pass etc.) can be used.

[0037] At step 535, the attempt which carries out the path of the demand to selection pass is performed. That is, suitable VC setup protocol is called. In case this VC setup protocol is called, the exact information on the link on selection pass and the condition of a node is acquired. In short, the bandwidth capacity and the buffer tooth space where the link and node on selection pass operate are got to know to accuracy. Next, the partial reticulated voice in a dispatch node (step 540) and other nodes on selection pass (step

545) is updated optionally.

[0038] At step 550, it checks whether the routing has been successful. Unlike the system which drawing 2 centralized, routing of the approach of drawing 5 is not necessarily surely successful. This is because selection pass is chosen based on partial reticulated voice. As a result, the resource expected to be available based on the partial condition may be made available that routing is not successful in practice. Flow will be ended supposing routing is successful. Supposing routing is not successful, a counter will be incremented in step 555 (it increases one). If this counter exceeds that (based on the number of trial with which the attempt of VC path is allowed) limiting value, a demand will be refused eventually. Supposing a counter does not exceed the limiting value, it will return to step 515 (by connection child 1 course of drawing 5), other path pass groups will be looked for, and it will progress to step 527 instead following activation of the step after a flow chart (by connection child 1' course of drawing 5). At step 527, newly different pass is chosen from the path pass group decided before, and the attempt to which the path of the pass chosen newly is carried out at steps 535-560 is carried out.

[0039] A check packet can be used for VC setup protocol, in order not to be concerned with whether the path of the VC was carried out actually but to tell a dispatch node, and in order to collect the present status information of each link on the pass of VC. In this case, it uses for this current status information updating the partial view of a network in a dispatch node. Since there was not available sufficient capacity, it tries to carry out a path again as if it was a new demand about the circuit, supposing a check packet directed that the path of the circuit was not carried out.

[0040] This invention does not require carrying out with specific hardware or software, and it cannot necessarily require that this invention carries out periodic status information exchange between nodes, and it can be used for it in the system environment of a larger field.

[0041]

[Effect of the Invention] As stated above, routing and the approach of carrying out acknowledgement control are acknowledgement and the approach of carrying out routing about the demand of an exchange virtual circuit in a network, carry out routing of the demand VC using the process of the following two steps to the network actuation approach of this invention, and the demand path approach list, and look for a path pass group first in them. That is, it is the step investigated in order to decide which potential path pass serves as a step which determines the potential path pass on VC which can carry out a path at the cost below a certain threshold using a cost function based on the parameter relevant to the number of hop of the subset of pre- VC connection from the

link and node which have enough resources to hold a demand. The pass with which are satisfied of both step of these is outputted as a path pass group, and the pass to which the path of the demand is carried out using the 2nd criteria is chosen from a path pass group. In the dispersed routing system, in order to decide a cost function and a path pass group, partial reticulated voice is used. The partial status information of the node on the pass chosen from this path pass group is updated, and when it does not have enough resources for the pass chosen before to hold a demand, it allows being chosen in order that other pass of a path pass group may carry out the path of the demand VC. Suitable VC is chosen by this and routing and the acknowledgement control approach of increasing utilization of the network resource used in an exchange VC network which does not know duration time can be offered.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the centralized routing network which can use this invention.

[Drawing 2] It is the flow chart of the approach of this invention used in the network of drawing 1 .

[Drawing 3] Demand VC is the flow chart of the approach of this invention of deciding the pass group which carries out a path.

[Drawing 4] It is drawing showing the decentralized routing network which can use this invention.

[Drawing 5] It is the flow chart of the approach of this invention used in the network of drawing 4 .

[Description of Notations]

102 Endpoint

106 Network

108 Node

110 Link

111 Demand Processor

210 Receive Demand to which Path of the VC is Carried Out through Network.

220 Decide the path pass group to Demand VC. Here, the cost of each pass of (1) pass group is smaller than a threshold, and each link/node in each pass of (2) pass groups have enough resources which hold a demand.

225 Is it Empty Group?
 230 Refuse VC demand.
 240 Choose pass from a path pass group in accordance with a selection criterion.
 250 Carry out the path of the demand of VC to up to the selected pass.
 260 Update reticulated voice.
 310 Decide Loading Lambda of Each Link of Subset of Link in Time Amount Tau.
 320 Opt for the cost to which Demand VC carries out the path of the link top to each link of the subset of the link in time amount tau. cost is reticulated here -- it is a function with the parameter relevant to the number of hop of VC which reached purposely and carried out the path before
 330 Identify Pass with Cost Lower than Threshold Which Carries Out Path of the Demand between Holding Time of VC in Dispatch and Potential Pass of Network between Destination Nodes as Potential Path Pass.
 340 Choose Potential Path Pass Which Has Available Resources Enough in the Potential Path Pass to Hold Demand as a Path Pass Group.
 402 Endpoint
 408 Node
 410 Link
 505 Counter = 0
 510 Receive Demand to which Path of the VC is Carried Out through Network.
 515 Decide the path pass group to Demand VC based on partial information. Here, the cost of each pass of (1) pass group is smaller than a threshold, and each link/node in each pass of (2) pass groups have enough resources which hold a demand.
 520 Is it Empty Group?
 525 Refuse Demand.
 527 Choose New Path Pass of Pass Group.
 530 Choose Path Pass of Pass Group in accordance with Selection Criterion.
 535 Try so that Path of the VC May be Carried Out to Selected Pass (VC Setup Protocol is Called).
 540 Acquire Exact Information on Link/Node of Pass, and Update Partial Information in Dispatch Node Optionally.
 545 Update Partial Information in Node on Selection Pass Optionally.
 550 Was Routing Successful?
 555 Increment Counter.
 560 Did Counter Exceed Limiting Value?

*** NOTICES ***

**JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

**1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect
the original precisely.**

2.** shows the word which can not be translated.**

3.In the drawings, any words are not translated.